

**XIX Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ:  
стан і перспективи”, 13-14 травня 2020 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

**СЕКЦІЯ 1  
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ  
НАВІГАЦІЇ І КЕРУВАННЯ**

УДК 531.383

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ГІРОСТАБІЛІЗАТОРА  
З МІКРОМЕХАНІЧНИМ ГІРОСКОПОМ**

*Нестеренко О.І.*

*Національний технічний університет України*

*“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна*

*E-mail: [oleg.i.nesterenko@gmail.com](mailto:oleg.i.nesterenko@gmail.com)*

Розглянута задача проектування малогабаритного гіроскопічного стабілізатора оптичного пристрою на борту безпілотного літального апарату.

Створення малогабаритного гіростабілізатора призводить до необхідності вибору мініатюрних вимірювальних елементів і виконуючих пристроїв. Останнє десятиліття велика увага привернута до мікромеханічних гіроскопів (ММГ) які мають мініатюрні розміри, і у той же час швидко прогресують у точності вимірювань.

У даній роботі розглянуто особливості проектування малогабаритного гіростабілізатора з використанням ММГ у якості вимірювального елементу.

Хоча за принципом своєї роботи всі ММГ є датчиками кутової швидкості (ДКШ), однак багато з них мають можливість видавати як кутову швидкість, так і приріст кута повороту (як вільні гіроскопи). В останньому випадку це означає лише інтегрування вимірюваної кутової швидкості у процесорі ММГ. Тому в даній роботі розглянуто використання ММГ саме як ДКШ, а необхідне інтегрування його даних реалізується у регуляторах гіростабілізатора.

У роботі розглянуто приклад проектування гіростабілізатора з ММГ і наведені результати моделювання його роботи. При цьому відмічені наступні особливості використання мікромеханічного ДКШ в гіростабілізаторі:

1. Як відомо, особливість використання ДКШ у якості чутливого елементу гіростабілізатора, призводить до необхідності проектування астатичного регулятора, а це означає інтегрування вихідного сигналу ДКШ.

2. Великий шум вимірювання мікромеханічного ДКШ при інтегруванні призводить до відносно великого випадкового блукання лінії візування оптичного пристрою.

3. Покращення точності стабілізації за рахунок підвищення порядку астатизму регулятора до другого і вище небажане через значну нестабільність лінії візування, викликану подвійним інтегруванням шуму вимірювання ДКШ.

4. Більшість мікромеханічних ДКШ містять вбудовані фільтри для зменшення рівня вихідного шуму. При проектуванні гіростабілізатора необхідно уникати ДКШ, які використовують вбудований фільтр з кінцевою

імпульсною характеристикою (КІХ) оскільки такий фільтр вносить надто велике запізнення у контур стабілізації у порівнянні з фільтром з безкінечною імпульсною характеристикою (БІХ), що значно погіршує стійкість замкненого контуру стабілізації.

*Ключові слова:* гіростабілізатор, мікромеханічний гіроскоп, датчик кутової швидкості

УДК 531.383

## **РЕДУКОВАНИЙ СПОСТЕРЕЖУВАЧ ДЛЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ ГІРОТЕОДОЛІТУ В ГІРОСТАБІЛІЗОВАНІЙ ПЛОЩИНІ**

<sup>1)</sup>Боярчук А.О., <sup>2)</sup>Мураховський С.А.

<sup>1)</sup>Казенне підприємство спеціального приладобудування «Арсенал», Київ, Україна,

<sup>2)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського», Київ, Україна  
E-mail: [s.murakhovsky@kpi.ua](mailto:s.murakhovsky@kpi.ua)

Перші спроби впровадження гіроскопічних засобів наземного орієнтування були здійснені ще на початку ХХ ст., проте вони виявились невдалими внаслідок недостатнього технологічного рівня того часу. Впродовж другої половини століття гіроскопічні засоби наземного орієнтування вдосконалювались з метою покращення їх експлуатаційних характеристик, перш за все підвищення точності визначення азимуту та зменшення часу, необхідного для вимірювання.

Сучасні досягнення мікропроцесорної техніки та цифрової електроніки дозволили значно зменшити масо-габаритні параметри гіротеодолітів (ГТ). При цьому точність визначення азимутів такими приладами досягає 10-15 кутових секунд. Проте відомо, що значний негативний вплив на характеристики гіротеодолітів мають лінійні поступальні вібрації основи. В декількох останніх роботах було запропоновано шляхи зменшення впливу вібрації на точність ГТ за допомогою методів алгоритмічної компенсації вібраційної похибки.

В даній роботі запропоновано синтез редукованого спостережувача для оцінки параметрів руху чутливого елемента ГТ, а також розглянуто можливості забезпечення інваріантності спостережувача до зовнішніх збурень.

Математична модель руху ЧЕ гіротеодоліта в гіростабілізованій площині YOZ може бути представлена у вигляді [6]:

$$\begin{cases} J_z \ddot{\alpha} + H \dot{\beta} + H \omega_3 \cos \varphi_g \alpha + C_\alpha \alpha = M_K \\ (J_x + m l^2) \ddot{\beta} + m g l \beta - H \dot{\alpha} + m l \ddot{y} = 0 \\ m l \ddot{\beta} + m \ddot{y} + C_y y = 0 \end{cases},$$